



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103649372 B

(45) 授权公告日 2015. 10. 21

(21) 申请号 201180072189. X

FOID 5/28(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 07. 08

(56) 对比文件

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2014. 01. 08

US 2010/0136367 A1, 2010. 06. 03,
EP 1327702 A1, 2002. 01. 10,
US 4447503 , 1984. 05. 08,

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2011/061655 2011. 07. 08

EP 1939315 A1, 2006. 12. 21,
US 6001492 A, 1999. 12. 14,

(87) PCT国际申请的公布数据
W02013/007281 DE 2013. 01. 17

US 2004/0180233 A1, 2004. 09. 16,
EP 1925687 A1, 2006. 11. 24,

(73) 专利权人 西门子公司
地址 德国慕尼黑

审查员 赵睿

(72) 发明人 乔治·博斯坦约格洛
阿克塞尔·凯泽 维尔纳·施塔姆
扬·施泰因巴赫
迪米特里奥斯·托迈迪斯

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 张春水 高少蔚

(51) Int. Cl.

G23C 28/00(2006. 01)

G23C 30/00(2006. 01)

G23C 28/02(2006. 01)

权利要求书5页 说明书8页 附图4页

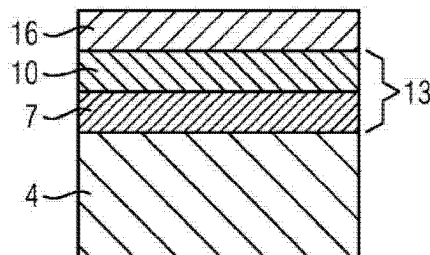
(54) 发明名称

具有双层的金属层的层系统

(57) 摘要

一种具有高的铬含量和附加的硅的已知的保护层构成脆性相,所述脆性相在使用期间在受碳影响的情况下附加地变脆。根据本发明的保护层具有两件式的金属层,所述两件式的金属层仅在外部是包含钽的。

1, 120, 130, 155



1. 一种层系统 (1),

至少具有:

基底 (4),

至少双层的金属层,所述金属层由至少一个第一下部的层 (7) 和在所述下部的层 (7) 上的第二上部的层 (10) 构成,

其中所述下部的层 (7) 具有 MCrAlX 合金,不具有钽 (Ta) 并且不具有硅 (Si) 并且不具有铁 (Fe),至少包含下述元素,或者由下述元素构成:(数据以重量百分比来表示)

24%至 26%的钴 (Co),

12%至 14%的铬 (Cr),

10%至 12%的铝 (Al),

0.2%至 0.5%的包括钪 (Sc) 和稀土元素的组中的至少一种元素,

镍,

其中所述上部的层 (10) 通过由镍 (Ni)、钴 (Co)、铝 (Al)、铬 (Cr)、钽 (Ta) 和可选的钇 (Y) 构成的合金构成,

其中所述上部的层 (10) 具有 MCrAlX 合金,

或者具有钽 (Ta),

或者具有 γ 和 γ' 相并且可选地具有 β 相,

其中 X 分别是可选的并且是出自包括钪 (Sc)、铼 (Re) 和稀土元素的组的元素中的至少一种元素,

其中所述上部的层 (10) 具有 γ 相、 γ' 相并且可选地具有 β 相。

2. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中所述下部的层 (7) 的合金包含 25%的钴 (Co)。

3. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中所述下部的层 (7) 的合金包含 13%的铬 (Cr)。

4. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中所述下部的层 (7) 的合金包含 11%的铝 (Al)。

5. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中所述下部的层 (7) 的合金包含 0.3%的包括钪 (Sc) 和稀土元素的组中的至少一种元素。

6. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中所述下部的层 (7) 的合金包含 0.2%至 0.5%的钇 (Y)。

7. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中所述下部的层 (7) 的合金包含 0.3%的钇 (Y)。

8. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中所述下部的层 (7) 的合金的其余部分是镍。

9. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中 X 是钇 (Y)。

10. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),

其中 X 仅是钇 (Y)。

11. 根据权利要求 1 所述的层系统 (1),
其中所述上部的层 (10) 也具有 β 相。
12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中所述下部的层 (7) 的合金由钴 (Co)、铬 (Cr)、铝 (Al)、钇 (Y) 和镍 (Ni) 构成。
13. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中在所述上部的层 (10) 的合金中, 钽 (Ta) 的含量在 0.1 重量%和 7.0 重量%之间。
14. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中在所述上部的层 (10) 的合金中, 钽 (Ta) 的含量为 ≥ 1 重量%。
15. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中钽 (Ta) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额为至少 2.0 重量%。
16. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中钽 (Ta) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额在 3.0 重量%和 6.0 重量%之间。
17. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中钽 (Ta) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额在 4 重量%和 8 重量%之间。
18. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中钽 (Ta) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额为 5 重量%至 7 重量%。
19. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中钽 (Ta) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额为 6 重量%。
20. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中在所述上部的层 (10) 的合金中, 钴 (Co) 的含量为至少 1 重量%。
21. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中所述上部的层 (10) 的合金具有至少 1 重量%的铬 (Cr)。
22. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
所述层系统在所述下部的层 (7) 的合金中不具有铼 (Re)。
23. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中铝 (Al) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 5 重量%至 15 重量%之间。
24. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中铝 (Al) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 8 重量%至 12 重量%之间。
25. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
所述层系统在所述上部的层 (10) 的合金中不具有铼 (Re)。
26. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中对于所述金属层的合金适用的是:
不包含锆 (Zr) 和 / 或
不包含钛 (Ti) 和 / 或
不包含镓 (Ga) 和 / 或
不包含锗 (Ge)。
27. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,
其中所述下部的层 (7) 的合金和 / 或所述上部的层 (10) 的合金不包含硅 (Si)。
28. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中所述金属层的相应的合金不具有铪 (Hf)。

29. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中所述上部的层 (10) 的合金是镍基的。

30. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中所述下部的层 (7) 的合金是镍基的。

31. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中所述上部的层 (10) 的合金具有至少 1 重量%的铝 (Al)。

32. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中所述上部的层 (10) 的合金具有至少 0.1 重量%的钇 (Y)。

33. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中所述上部的层 (10) 的合金具有在 0.1 重量%和 0.7 重量%之间的钇 (Y)。

34. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中所述上部的层 (10) 的合金具有 0.3 重量%的钇 (Y)。

35. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中钴 (Co) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 15 重量%和 30 重量%之间。

36. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中钴 (Co) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量是 18 重量%至 27 重量%。

37. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中钴 (Co) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 21 重量%和 24 重量%之间。

38. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中铬 (Cr) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 12 重量%至 22 重量%之间。

39. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中铬 (Cr) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 15 重量%至 19 重量%之间。

40. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，所述层系统在所述上部的层 (10) 中包含 β 相。

41. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，所述层系统在所述上部的层 (10) 中包含至少 5 体积%的 β 相。

42. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中所述上部的层 (10) 具有由镍 (Ni)、钴 (Co)、铝 (Al)、铬 (Cr)、钽 (Ta) 和钇 (Y) 构成的合金，或者通过由镍 (Ni)、钴 (Co)、铝 (Al)、铬 (Cr)、钽 (Ta) 和钇 (Y) 构成的合金构成。

43. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，其中所述上部的层 (10) 具有由镍 (Ni)、钴 (Co)、铝 (Al)、铬 (Cr)、钽 (Ta)、铁 (Fe) 和可选的钇 (Y) 构成的合金，或者通过由镍 (Ni)、钴 (Co)、铝 (Al)、铬 (Cr)、钽 (Ta)、铁 (Fe) 和可选的钇 (Y) 构成的合金构成。

44. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，

其中所述上部的层 (10) 具有由镍 (Ni)、钴 (Co)、铝 (Al)、铬 (Cr)、钽 (Ta)、铁 (Fe) 和钇 (Y) 构成的合金，或者通过由镍 (Ni)、钴 (Co)、铝 (Al)、铬 (Cr)、钽 (Ta)、铁 (Fe) 和钇 (Y) 构成的合金构成。

45. 根据权利要求 42 所述的层系统，

所述层系统在所述金属层的合金中不具有铁 (Fe)。

46. 根据权利要求 43 所述的层系统,

其中铁 (Fe) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额在 0.5 重量%至 5.0 重量%之间。

47. 根据权利要求 43 所述的层系统,

其中铁 (Fe) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额在 1.0 重量%至 4.0 重量%之间。

48. 根据权利要求 43 所述的层系统,

其中铁 (Fe) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额是 2.7 重量%。

49. 根据权利要求 44 所述的层系统,

其中铁 (Fe) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额在 0.5 重量%至 5.0 重量%之间。

50. 根据权利要求 44 所述的层系统,

其中铁 (Fe) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额在 1.0 重量%至 4.0 重量%之间。

51. 根据权利要求 44 所述的层系统,

其中铁 (Fe) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额是 2.7 重量%。

52. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中铬 (Cr) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 12 重量%至 16 重量%之间。

53. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中铬 (Cr) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量是 14.4 重量%。

54. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中铝 (Al) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额在 7 重量%和 8 重量%之间。

55. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中铝 (Al) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额是 7.75 重量%。

56. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中铼 (Re) 在所述上部的层 (10) 的合金中的份额为 0.1 重量%至 2 重量%。

57. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中钽 (Ta) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 5 重量%和 6.8 重量%之间。

58. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中所述金属层 (7,10) 的合金不包含铂 (Pt)。

59. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中钴 (Co) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 11.0 重量%至 14.5 重量%之间。

60. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中铬 (Cr) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 14 重量%和 16 重量%之间。

61. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中铝 (Al) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 9 重量%和 13 重量%之间。

62. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中钇 (Y) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 0.1 重量%和 0.7 重量%之间。

63. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中所述上部的层 (10) 的合金具有在 4 重量%和 7.5 重量%之间的钽 (Ta)。

64. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统,

其中所述上部的层 (10) 的合金具有在 3.0 重量%和 6.0 重量%之间的钽 (Ta)。

65. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中钽 (Ta) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 3.5 重量%和 5.5 重量%之间。
66. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中钽 (Ta) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量是 4.5 重量%。
67. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中钴 (Co) 在所述上部的层的合金中的含量在 21 重量%和 25 重量%之间。
68. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中钴 (Co) 在所述上部的层的合金中的含量在 22 重量%和 23.5 重量%之间。
69. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中钴 (Co) 在所述上部的层的合金中的含量是 23 重量%。
70. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中铬 (Cr) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 18 重量%和 22 重量%之间。
71. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中所述上部的层 (10) 不具有钇 (Y)。
72. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中铝 (Al) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 8 重量%和 12 重量%之间。
73. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中钇 (Y) 在所述上部的层 (10) 的合金中的含量在 0.1 重量%和 0.7 重量%之间。
74. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的层系统，
其中在所述上部的层 (10) 上施加陶瓷的隔热层 (16)。
75. 根据权利要求 74 所述的层系统，
所述层系统是燃气轮机 (100) 的构件 (120, 130, 155)。
76. 根据权利要求 75 所述的层系统，
其中所述构件 (120, 130, 155) 的基底 (4) 是镍基的或者是钴基的。

具有双层的金属层的层系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种根据权利要求 1 所述的用于尤其在高温下保护构件免受腐蚀和 / 或氧化的保护层。

背景技术

[0002] 用于金属构件的能够提高其抗腐蚀性和 / 或抗氧化性的保护层在现有技术中是广泛已知的。大部分所述保护层以总名称 MCrAlY 已知, 其中 M 代表选自包括铁、钴和镍的组中的至少一种元素, 并且其它主要组分是铬、铝和钼。

[0003] 所述类型的典型的覆层从美国专利 4, 005, 989 和 4, 034, 142 中已知。也已知的是将铼(Re)添加至 NiCoCrAlY 合金。

[0004] 在固定式燃气轮机或飞行器推进器中提高进气温度的努力在燃气轮机的专业领域中具有重大意义, 因为进气温度对可借助燃气轮机实现的热力学效率而言是重要的决定因素。通过将专门研发的合金用作用于例如为导向叶片和转子叶片的过高热负荷的构件的基本材料, 尤其是通过使用单晶超合金, 进气温度可以明显高于 1000°C。目前, 现有技术中在固定式燃气轮机中允许 950°C 和更高的进气温度以及在飞行器推进器的燃气轮机中允许 1100°C 和更高的进气温度。

[0005] 用于构造具有单晶基底的、就其而言能够复杂地构造的涡轮叶片的实例从 W091/01433A1 中得出。

[0006] 虽然用于高热负荷构件的目前研发的基本材料的物理负荷能力在可能进一步提高进气温度方面没有大的问题, 但是必须借助于保护层以实现足够的抗氧化性和抗腐蚀性。除保护层在 1000°C 数量级的温度下能够预期由废气引起侵蚀的情况下存在足够的化学稳定性之外, 保护层也必须具有足够良好的机械特性, 尤其是在保护层和基本材料之间的机械相互作用的方面。尤其地, 保护层必须是足够可延展的, 以便能够适应基本材料的可能的变形并且不断裂, 因为以该方式能为氧化和腐蚀提供侵蚀点。

发明内容

[0007] 与此相应地, 本发明基于下述目的, 提出一种合金和一种保护层, 所述合金和保护层在腐蚀和氧化时具有良好的耐高温性、具有良好的持久稳定性并且所述合金和保护层此外尤其好地适合于尤其可在高温下在燃气轮机中出现的机械应力。

[0008] 所述目的通过一种层系统来实现,

[0009] 所述层系统至少具有:

[0010] 基底,

[0011] 至少双层的金属层, 所述金属层由至少一个第一下部的层和在下部的层上的第二上部的层构成,

[0012] 其中下部的层具有 MCrAlX 合金, 而不具有钽(Ta) 并且不具有硅(Si) 并且不具有铁(Fe),

- [0013] 尤其是至少包含下述元素，
- [0014] 更尤其是由其构成：
- [0015] (以重量百分比说明)：
- [0016] 24% 至 26%、尤其是 25% 的钴(Co)，
- [0017] 12% 至 14%、尤其是 13% 的铬(Cr)，
- [0018] 10% 至 12%、尤其是 11% 的铝(Al)，
- [0019] 0.2% 至 0.5%、更尤其是 0.3% 的镍，
- [0020] 尤其其余是镍，
- [0021] 其中第二层具有 MCrAlX 合金，具有钽(Ta)和 / 或铁(Fe)或者具有 γ 和 γ' 相并且可选地具有 β 相，
- [0022] X 是可选的并且是包括铈、镱和稀土元素的组中的元素中的至少一种元素，尤其是钇(Y)。
- [0023] 其它的优点通过下述方式来实现：
- [0024] ●下部的层的合金由钴(Co)、铬(Cr)、铝(Al)、钇(Y)和镍(Ni)构成
- [0025] ●钽(Ta)在上部的层的合金中的含量在 0.1 重量% 至 7.0 重量% 之间、尤其是 ≥ 1 重量%
- [0026] ●钽(Ta)在上部的层的合金中的份额为至少 2.0 重量%、尤其是在 3.0 重量% 和 6.0 重量% 之间
- [0027] ●钽(Ta)在上部的层的合金中的份额在 4 重量% 至 8 重量% 之间、尤其是 5 重量% 至 7 重量%、更尤其是 6 重量%
- [0028] ●钴(Co)在上部的层的合金中的含量为至少 1 重量%
- [0029] ●上部的层的合金具有至少 1 重量% 的铬(Cr)
- [0030] ●下部的层的合金不具有铼(Re)
- [0031] ●铝(Al)在上部的层的合金中的含量在 5 重量% 至 15 重量% 之间、尤其是在 8 重量% 至 12 重量% 之间
- [0032] ●上部的层的合金不具有铼(Re)
- [0033] ●对于金属层的合金适用的是：
- [0034] 不包含锆(Zr)和 / 或
- [0035] 不包含钛(Ti)和 / 或
- [0036] 不包含镓(Ga)和 / 或
- [0037] 不包含锗(Ge)
- [0038] ●下部的层的和 / 或上部的层的合金不包含硅(Si)
- [0039] ●层的相应的合金不具有铪(Hf)
- [0040] ●上部的层的合金是镍基的
- [0041] ●下部的层的合金是镍基的
- [0042] ●上部的层具有 γ 相、 γ' 相并且可选地具有 β 相，尤其是也具有 β 相
- [0043] ●上部的层的合金具有至少 1 重量% 的铝(Al)
- [0044] ●上部的层(10)的合金具有至少 0.1 重量% 的钇(Y)、尤其是 0.3 重量%、尤其是在 0.1 重量% 和 0.7 重量% 之间

- [0045] ●钴(Co)在上部的层的合金中的含量在 15 重量%至 30 重量%之间、尤其是 18 重量%至 27 重量%、更尤其是在 21 重量%至 24 重量%之间
- [0046] ●铬(Cr)在上部的层的合金中的含量在 12 重量%至 22 重量%之间、尤其是在 15 重量%至 19 重量%之间
- [0047] ●上部的层包含 β 相,尤其是至少 5 体积%的 β 相
- [0048] ●上部的层具有由镍(Ni)、钴(Co)、铝(Al)、铬(Cr)、钽(Ta)和可选的钇(Y)构成的合金,尤其是由其构成
- [0049] ●上部的层具有由镍(Ni)、钴(Co)、铝(Al)、铬(Cr)、钽(Ta)、铁(Fe)和可选的钇(Y)构成的合金,尤其是由其构成
- [0050] ●上部的层具有由镍(Ni)、钴(Co)、铝(Al)、铬(Cr)、钽(Ta)和钇(Y)构成的合金,尤其是由其构成
- [0051] ●上部的层具有由镍(Ni)、钴(Co)、铝(Al)、铬(Cr)、钽(Ta)、铁(Fe)和钇(Y)构成的合金,尤其是由其构成
- [0052] ●层(7,10)的合金不具有铁(Fe)
- [0053] ●铁(Fe)在上部的层的合金中的份额在 0.5 重量%至 5.0 重量%之间、尤其是在 1.0 重量%至 4.0 重量%之间并且更尤其是 2.7 重量%
- [0054] ●铬(Cr)在上部的层的合金中的含量在 12 重量%至 16 重量%之间、尤其是 14.4 重量%
- [0055] ●铝(Al)在上部的层的合金中的份额在 7 重量%至 8 重量%之间、尤其是 7.75 重量%
- [0056] ●铼(Re)在上部的层的合金中的份额为 0.1 重量%至 2 重量%
- [0057] ●钽(Ta)在上部的层的合金中的含量在 5 重量%至 6.8 重量%之间
- [0058] ●金属层的合金不包含铂(Pt)
- [0059] ●钴(Co)在上部的层的合金中的含量在 11 重量%至 14.5 重量%之间
- [0060] ●铬(Cr)在上部的层的合金中的含量在 14 重量%至 16 重量%之间
- [0061] ●铝(Al)在上部的层的合金中的含量在 9 重量%至 13 重量%之间
- [0062] ●钇(Y)在上部的层的合金中的含量在 0.1 重量%至 0.7 重量%之间
- [0063] ●上部的层的合金具有在 4 重量%至 7.5 重量%之间、尤其是在 3.0 重量%至 6.0 重量%之间的钽(Ta)
- [0064] ●钽(Ta)在上部的层的合金中的含量在 3.5 重量%和 5.5 重量%之间、尤其是 4.5 重量%
- [0065] ●钴(Co)在上部的层的合金中的含量在 21 重量%至 25 重量%之间、尤其是在 22 重量%至 23.5 重量%之间、更尤其是 23 重量%
- [0066] ●铬(Cr)在上部的层的合金中的含量在 18 重量%至 22 重量%之间
- [0067] ●上部的层不具有钇(Y)
- [0068] ●铝(Al)在上部的层的合金中的含量在 8 重量%至 12 重量%之间
- [0069] ●钇(Y)在上部的层的合金中的含量在 0.1 重量%至 0.7 重量%之间。
- [0070] 这些在上文中列举的措施能够任意地彼此组合,以便实现其它的优点。
- [0071] 在从属权利要求中列举了其它有利的措施,所述措施能够以有利的方式和方法任

意地彼此组合。

附图说明

- [0072] 在下文中详细阐述本发明。
[0073] 附图示出：
[0074] 图 1 示出具有保护层的层系统，
[0075] 图 2 示出超合金的组分，
[0076] 图 3 示出燃气轮机，
[0077] 图 4 示出涡轮机叶片，以及
[0078] 图 5 示出燃烧室。
[0079] 附图和说明书仅代表本发明的实施例。

具体实施方式

- [0080] 根据本发明，用于在高温下保护具有基底 4 的构件免受腐蚀和氧化的层系统 1、120、130、155（图 1）具有下列：
- [0081] 双层的金属层 7、10，所述金属层由至少一个第一下部的层和第二上部的层 10 构成，
- [0082] 其中下部的层 7 具有 MCrAl 合金，不具有钽 Ta 并且不具有硅(Si) 并且不具有铁(Fe)，
- [0083] 尤其包含下述元素：
- [0084] （以重量百分比说明）
- [0085] 24% 至 26%、尤其是 25% 的钴(Co)，
- [0086] 12% 至 14%、尤其是 13% 的铬(Cr)，
- [0087] 10% 至 12%、尤其是 11% 的铝(Al)，
- [0088] 0.2% 至 0.5%、更尤其是 0.3% 的包括铈和稀土元素的组中的至少一种元素、尤其是钇(Y)，
- [0089] 镍，
- [0090] 尤其其余是镍，
- [0091] 其中第二层 10 具有 MCrAl 合金，或者具有钽(Ta) 和 / 或铁(Fe) 或者具有 γ 和 γ' 相并且可选地具有 β 相。
- [0092] 保护层 13 在抗腐蚀性良好的情况下具有尤其良好的抗氧化性并且其特征也在于尤其良好的可延展性特性，使得所述保护层尤其适合于在进气温度继续升高的情况下应用在燃气轮机 100（图 3）中。
- [0093] 保护层 13 具有下部的 MCrAlX 层 7 和外部的层 10，所述层 10 具有 MCrAlX 合金，所述 MCrAlX 合金具有钽(Ta) 和 / 或铁(Fe)。X 是可选的并且优选是铈、稀土族、尤其是钇和 / 或铈。在下部的层 7 中能够放弃通常所使用的铈(Re)，以至于不形成脆性的铈相，所述脆性的铈相能够降低下部的层 7 的可延展性。
- [0094] 下部的层 7 优选是纯的 NiCoCrAl 层，也就是说不具有钽和 / 铁的添加物，其中外部的层 10 具有如钽和 / 或铁的添加物以用于设定良好的氧化保护的相、相过渡。

[0095] 下部的层 7 在其组分方面优选相对窄地确立并且尤其是根据图 2 适合于镍或者钴超合金,或者适合于相同的扩展和良好的附着。所述下部的层的可延展性与外部的金属层 10 的可延展性相比表现为较高的,高至少 10%、尤其是 20%。

[0096] 因此,外部的层 10 能够极其多变地、明显与基底(4)的组分无关地并且根据应用在没有妥协的情况下构成:高的使用温度(伴随快速的氧化物生长)或者平均温度和持久的氧化保护:

[0097] Ni-13Co-15Cr-11Al (4.5-6)Ta, -0.3Y

[0098] Ni-Co-Cr-Al-Fe。

[0099] 外部的层 10 具有突出的氧化保护,反之下部的层具有非常高的韧性从而保护基底 4,所述基底因此能够无损坏地再次用于新的使用。

[0100] 粉末例如通过等离子喷涂来施加(大气等离子喷涂 APS、低压等离子喷涂 LPPS、真空等离子喷涂 VPS……)。同样也能够考虑其它方法(物理气相沉积、化学气相沉积、冷气喷涂,……)。

[0101] 所描述的保护层 13 也作用为到超合金的增附剂层。能够将其余的层、尤其是陶瓷的隔热层 16 施加到所述保护层 7 上。

[0102] 在构件 1、120、130 中,保护层 13 有利地施加到由镍基的或钴基的、尤其是根据图 2 的超合金构成的基底 4 上。

[0103] 所述类型的组分以名称 GTD222、IN939、IN6203 和 Udimet500 已知。在图 2 中列出构件 1、120、130、155 的基底 4 的其它的替选方案。

[0104] 构件 1 上的保护层 13 的厚度优选地被确定尺寸到大约 100 μm 和 300 μm 之间的数值。

[0105] 保护层 13 尤其适合于保护构件 1、120、130、155 免受腐蚀和氧化,而构件在材料温度大约为 950°C 时、在飞行器涡轮机的情况下也在大约为 1100°C 时加载有废气。

[0106] 因此,根据本发明的保护层 13 尤其适合于保护燃气轮机 100 的构件、尤其是导向叶片 120、转子叶片 130 或热屏蔽元件 155,所述热屏蔽元件在燃气轮机 100 的或蒸汽轮机的涡轮机之前或之中加载有热气体。保护层 13 能够用作覆盖层(保护层是外部层)或用作粘结层(保护层是中间层)。

[0107] 图 1 示出作为构件的层系统 1。层系统 1 具有基底 4。基底 4 能够是金属的和/或陶瓷的。尤其在涡轮机构件中,例如在涡轮机转子叶片 120(图 4)或涡轮机导向叶片 130(图 3、4)、热屏蔽元件 155(图 5)以及蒸汽轮机的或燃气轮机 100(图 3)的其它壳体部件中,基底 4 具有镍基、钴基超合金,尤其是由其制成。优选地使用镍基超合金。

[0108] 在基底 4 上存在根据本发明的保护层 13。优选地,所述保护层 13 通过等离子喷涂(真空等离子喷涂、低压等离子喷涂、大气等离子喷涂……)来施加。所述保护层能够用作外部层(没有示出)或中间层(图 1)。在后一种情况下,在保护层 13 上存在陶瓷的隔热层 16。

[0109] 氧化铝层在运行期间在金属层 13 上形成和/或在涂覆陶瓷层 16 时形成。

[0110] 能够将保护层 13 施加到新制造的构件和源自整修的再处理的构件上。再处理(Refurbishment)意味着,将构件 1 在其使用之后必要时与层(隔热层)分开并且例如通过酸处理(酸剥离)来移除腐蚀产物和氧化产物。必要时,还必须修复裂缝。随后能够对所述构件进行再覆层,因为基底 4 是极其昂贵的。

[0111] 图 3 示例性地示出燃气轮机 100 的纵向部分剖面图。燃气轮机 100 在内部具有带有轴 101 的、可围绕旋转轴线 102 转动地安装的转子 103, 该转子也称为涡轮机转子。沿着转子 103 依次为进气壳体 104、压缩机 105、带有多个同轴设置的燃烧器 107 的尤其为环形燃烧室的例如环面状的燃烧室 110、涡轮机 108 和排气壳体 109。环形燃烧室 110 与例如环形的热气体通道 111 连通。在那里例如四个相继连接的涡轮级 112 形成涡轮机 108。

[0112] 每个涡轮级 112 例如由两个叶片环形成。沿工质 113 的流动方向观察, 在热气体通道 111 中, 由转子叶片 120 形成的排 125 跟随导向叶片排 115。

[0113] 在此, 导向叶片 130 固定在定子 143 的内壳体 138 上, 相对地, 该排 125 的转子叶片 120 例如借助涡轮盘 133 安装在转子 103 上。发电机或者做功机械(没有示出)耦接于转子 103。

[0114] 在燃气轮机 100 工作期间, 压缩机 105 通过进气壳体 104 将空气 135 吸入并且压缩。在压缩机 105 的涡轮侧端部处提供的压缩空气被引至燃烧器 107 并且在那里与燃料混合。接着混合物在燃烧室 110 中燃烧, 从而形成工质 113。工质 113 从那里起沿着热气体通道 111 流过导向叶片 130 和转子叶片 120。工质 113 在转子叶片 120 处以传递动量的方式膨胀, 使得转子叶片 120 驱动转子 103, 并且该转子驱动耦接在其上的做功机械。

[0115] 暴露于热工质 113 的构件在燃气轮机 100 工作期间承受热负荷。除了加衬于环形燃烧室 110 的热屏蔽元件之外, 沿工质 113 的流动方向观察的第一涡轮机级 112 的导向叶片 130 和转子叶片 120 承受最高的热负荷。为了经受住那里存在的温度, 可借助于冷却剂来冷却第一涡轮机级的导向叶片和转子叶片。同样, 构件的基底可以具有定向结构, 这就是说它们是单晶的(SX 结构)或仅具有纵向定向的晶粒(DS 结构)。

[0116] 例如, 铁基、镍基或钴基超合金用作构件的材料, 尤其是用作涡轮叶片 120、130 和燃烧室 110 的构件的材料。例如由 EP 1 204 776 B1、EP 1 306454、EP 1 319 729 A1、W099/67435 或 W000/44949 已知这样的超合金。

[0117] 导向叶片 130 具有朝向涡轮机 108 的内壳体 138 的导向叶片根部(这里没有示出), 以及与导向叶片根部相对置的导向叶片顶部。导向叶片顶部朝向转子 103 并固定在定子 143 的固定环 140 处。

[0118] 图 4 在立体图中示出流体机械的沿着纵轴线 121 延伸的转子叶片 120 或导向叶片 130。

[0119] 所述流体机械可以是飞机的或用于发电的发电厂的燃气轮机, 也可以是蒸汽轮机或压缩机。

[0120] 叶片 120、130 沿着纵轴线 121 相继具有: 固定区域 400、邻接于固定区域的叶片平台 403 以及叶身 406 和叶片梢部 415。作为导向叶片 130, 叶片 130 可以在其叶片梢部 415 处具有另一平台(没有示出)。

[0121] 在固定区域 400 中形成有用于将转子叶片 120、130 固定在轴或盘上的叶片根部 183(没有示出)。叶片根部 183 例如构成为锤头形。作为枞树形根部或燕尾形根部的其它设计方案是可行的。

[0122] 叶片 120、130 对于流过叶身 406 的介质具有迎流棱边 409 和出流棱边 412。

[0123] 在传统叶片 120、130 中, 在叶片 120、130 的所有区域 400、403、406 中使用例如实心的金属材料、尤其是超合金。例如由 EP 1 204 776 B1、EP1 306 454、EP1 319 729A1、

W099/67435 或 W000/44949 已知这样的超合金。在这种情况下,叶片 120、130 可以通过铸造法,也可以借助定向凝固、通过锻造法、通过铣削法或其组合来制造。

[0124] 将带有一个或多个单晶结构的工件用作机器的在运行中承受高的机械的、热的和/或化学的负荷的构件。这种单晶工件的制造例如通过由熔融物的定向凝固来进行。在此,这涉及一种浇注法,其中液态金属合金凝固为单晶结构、即单晶工件,或者定向凝固。在这种情况下,枝状晶体沿热流定向,并且形成柱状晶体的晶粒结构(柱状地,这就是说在工件的整个长度上分布的晶粒,并且在此根据一般的语言习惯称为定向凝固),或者形成单晶结构,这就是说整个工件由唯一的晶体构成。在这些方法中,必须避免过渡成球形(多晶的)凝固,因为通过非定向的生长不可避免地构成横向和纵向晶界,所述横向和纵向晶界使定向凝固的或单晶的构件的良好特性不起作用。

[0125] 如果一般性地提到定向凝固组织,则是指不具有晶界或最多具有小角度晶界的单晶和确实具有沿纵向方向分布的晶界但不具有横向晶界的柱状晶体结构。第二种所提到的晶体结构也称为定向凝固组织(directionally solidified structures)。由 US-PS6,024,792 和 EP0892090A1 已知这样的方法。

[0126] 叶片 120、130 同样可以具有根据本发明的抗腐蚀或抗氧化的保护层 7。密度优选地是理论密度的 95%。在(作为中间层或最外层的)MCrAlX 层上形成保护性氧化铝层(TGO=thermal grown oxide layer(热生长氧化层))。

[0127] 在 MCrAlX 上还可以有隔热层,隔热层优选是最外层并例如由 ZrO_2 、 Y_2O_3 - ZrO_2 组成,即,隔热层通过氧化钇和/或氧化钙和/或氧化镁非稳定、部分稳定或完全稳定。隔热层覆盖整个 MCrAlX 层。通过例如电子束气相淀积(EB-PVD)的适当的覆层方法在隔热层中产生柱状晶粒。其它覆层方法也是可以考虑的,例如大气等离子喷涂(APS)、LPPS(低压等离子喷涂)、VPS(真空等离子喷涂)或 CVD(化学气相沉积)。隔热层可以具有多孔的、有微观裂缝或宏观裂缝的晶粒,用于更好地耐热冲击。因此,隔热层优选地比 MCrAlX 层更为多孔。

[0128] 叶片 120、130 可以实施成空心的或实心的。如果要冷却叶片 120、130,则叶片为空心的并且必要时还具有薄膜冷却孔 418(由虚线表示)。

[0129] 图 5 示出燃气轮机 100 的燃烧室 110。燃烧室 110 例如构成为所谓环形燃烧室,其中多个在周向上围绕旋转轴线 102 设置的燃烧器 107 通到共同的燃烧室腔 154 中,所述燃烧器产生火焰 156。为此,燃烧室 110 以其整体构成为环形的结构,所述环形的结构围绕旋转轴线 102 定位。

[0130] 为了实现相对高的效率,针对为大约 $1000^{\circ}C$ 至 $1600^{\circ}C$ 的工作介质 M 的相对高的温度来设计燃烧室 110。为了还在这些对材料不利的工作参数的情况下能够实现相对长的工作持续时间,燃烧室壁 153 在其朝向工作介质 M 的一侧上设有由热屏蔽元件 155 形成的内衬。

[0131] 由于在燃烧室 110 的内部中的高温,此外可为热屏蔽元件 155 或者为保持元件设有冷却系统。那么,热屏蔽元件 155 例如是空心的或者必要时还具有通到燃烧室腔 154 中的冷却孔(没有示出)。

[0132] 每个由合金构成的热屏蔽元件 155 在工作介质侧配备有尤其耐热的保护层(MCrAlX 层和/或陶瓷覆层)或者由耐高温的材料(实心陶瓷石)制成。所述保护层 7 能够类似涡轮叶片。

[0133] 在MCrAlX上还可以有例如陶瓷的隔热层,并且隔热层例如由 ZrO_2 、 Y_2O_3 - ZrO_2 构成,即,隔热层通过氧化钇和 / 或氧化钙和 / 或氧化镁非稳定、部分稳定或完全稳定。通过例如电子束气相淀积(EB-PVD)的适当的覆层工艺在隔热层中产生柱状晶粒。其他覆层工艺,例如气相等离子喷涂(APS)、LPPS、VPS 或 CVD 也是可行的。隔热层可以具有多孔的、有微观裂缝或宏观裂缝的晶粒,用于更好的耐热冲击性。

[0134] 再处理(Refurbishment)意味着在使用涡轮叶片 120、130 和热屏蔽元件 155 之后,必要时必须将保护层从涡轮叶片 120、130 和热屏蔽元件 155 上去除(例如通过喷砂)。接着,去除腐蚀层和 / 或氧化层及腐蚀产物和 / 或氧化产物。必要时,还修复在涡轮叶片 120、130 或热屏蔽元件 155 中的裂缝。然后,进行涡轮叶片 120、130 和热屏蔽元件 155 的再覆层以及涡轮叶片 120、130 或热屏蔽元件 155 的重新使用。

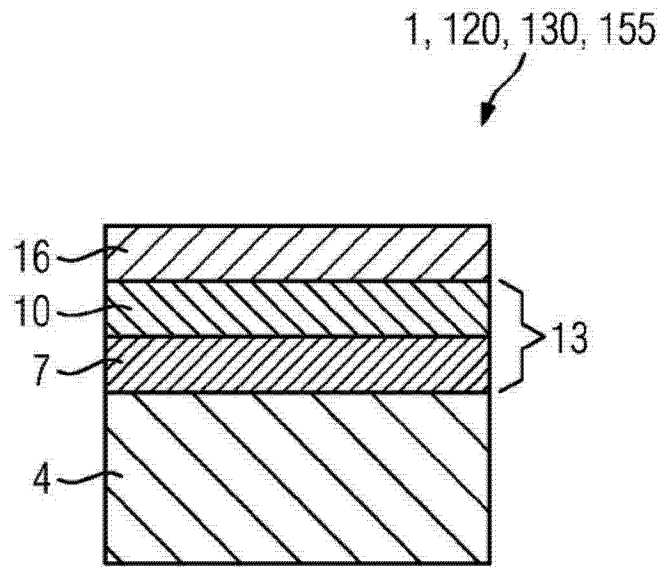


图 1

| 材料 | 化学成分 单位: % | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|------------|------|----|------|-----|------|------|------|------|-----|--------|--------|------|
| | C | Cr | Ni | Co | Mo | W | Ta | Nb | Al | Ti | B | Zr | Hf |
| 镍基精密铸造合金 | | | | | | | | | | | | | |
| GTD 222 | 0.10 | 22.5 | 其余 | 19.0 | | 2.0 | 1.0 | | 1.2 | 2.3 | 0.008 | | |
| IN 939 | 0.15 | 22.4 | 其余 | 19.0 | | 2.0 | 1.4 | 1.0 | 1.9 | 3.7 | 0.009 | 0.10 | |
| IN 6203 DS | 0.15 | 22.0 | 其余 | 19.0 | | 2.0 | 1.1 | 0.8 | 2.3 | 3.5 | 0.010 | 0.10 | 0.75 |
| Udimet 500 | 0.10 | 18.0 | 其余 | 18.5 | 4.0 | | | | 2.9 | 2.9 | 0.006 | 0.05 | |
| IN 738 LC | 0.10 | 16.0 | 其余 | 8.5 | 1.7 | 2.6 | 1.7 | 0.9 | 3.4 | 3.4 | 0.010 | 0.10 | |
| SC 16 | <0.01 | 16.0 | 其余 | | 3.0 | | 3.5 | | 3.5 | 3.5 | <0.005 | <0.008 | |
| Rene 80 | 0.17 | 14.0 | 其余 | 9.5 | 4.0 | 4.0 | | | 3.0 | 5.0 | 0.015 | 0.03 | |
| GTD 111 | 0.10 | 14.0 | 其余 | 9.5 | 1.5 | 3.8 | 2.8 | | 3.0 | 4.9 | 0.012 | 0.03 | |
| GTD 111 DS | | | | | | | | | | | | | |
| IN 792 CC | 0.08 | 12.5 | 其余 | 9.0 | 1.9 | 4.1 | 4.1 | | 3.4 | 3.8 | 0.015 | 0.02 | |
| IN 792 DS | 0.08 | 12.5 | 其余 | 9.0 | 1.9 | 4.1 | 4.1 | | 3.4 | 3.8 | 0.015 | 0.02 | 1.00 |
| MAR M 002 | 0.15 | 9.0 | 其余 | 10.0 | | 10.0 | 2.5 | | 5.5 | 1.5 | 0.015 | 0.05 | 1.50 |
| MAR M 247 LC DS | 0.07 | 8.1 | 其余 | 9.2 | 0.5 | 9.5 | 3.2 | | 5.6 | 0.7 | 0.015 | 0.02 | 1.40 |
| CMSX-2 | <.006 | 8.0 | 其余 | 4.6 | 0.6 | 8.0 | 6.0 | | 5.6 | 1.0 | <.003 | <.0075 | |
| CMSX-3 | <.006 | 8.0 | 其余 | 4.6 | 0.6 | 8.0 | 6.0 | | 5.6 | 1.0 | <.003 | <.0075 | 0.10 |
| CMSX-4 | | 6.0 | 其余 | 10.0 | 0.6 | 6.0 | 6.0 | | 5.6 | 1.0 | | Re=3.0 | 0.10 |
| CMSX-6 | <.015 | 10.0 | 其余 | 5.0 | 3.0 | <.10 | 2.0 | <.10 | 4.9 | 4.8 | <.003 | <.0075 | 0.10 |
| PWA 1480 SX | <.006 | 10.0 | 其余 | 5.0 | | 4.0 | 12.0 | | 5.0 | 1.5 | <.0075 | <.0075 | |
| PWA 1483 SX | 0.07 | 12.2 | 其余 | 9.0 | 1.9 | 3.8 | 5.0 | | 3.6 | 4.2 | 0.0001 | 0.002 | |
| 钴基精密铸造合金 | | | | | | | | | | | | | |
| FSX 414 | 0.25 | 29.0 | 10 | 其余 | | 7.5 | | | | | 0.010 | | |
| X 45 | 0.25 | 25.0 | 10 | 其余 | | 8.0 | | | | | 0.010 | | |
| ECY 768 | 0.65 | 24.0 | 10 | 51.7 | | 7.5 | 4.0 | | 0.25 | 0.3 | 0.010 | 0.05 | |
| MAR-M-509 | 0.65 | 24.5 | 11 | 其余 | | 7.5 | 4 | | | 0.3 | 0.010 | 0.60 | |
| CM 247 | 0.07 | 8.3 | 其余 | 10.0 | 0.5 | 9.5 | 3.2 | | 5.5 | 0.7 | | | 1.5 |

图 2

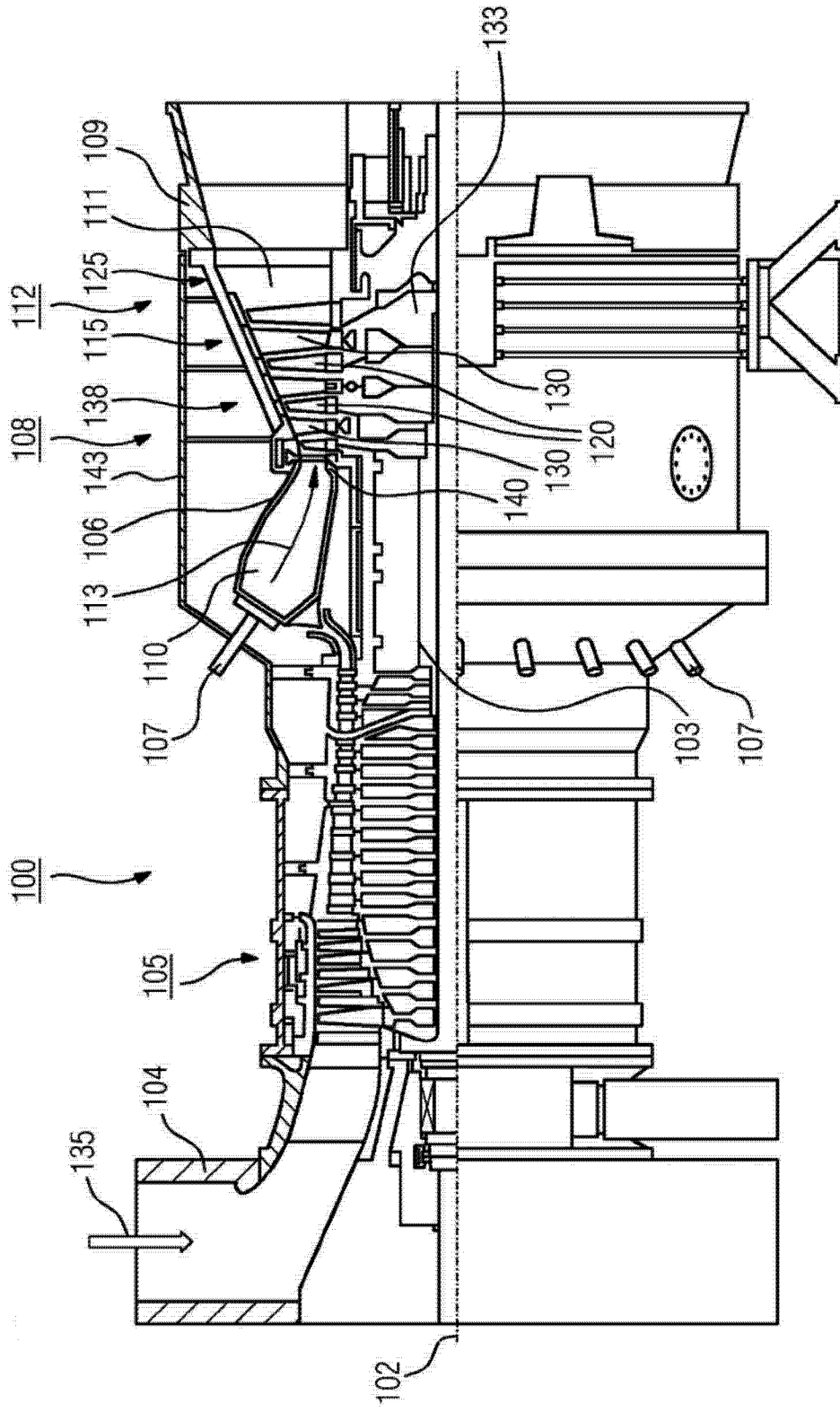


图 3

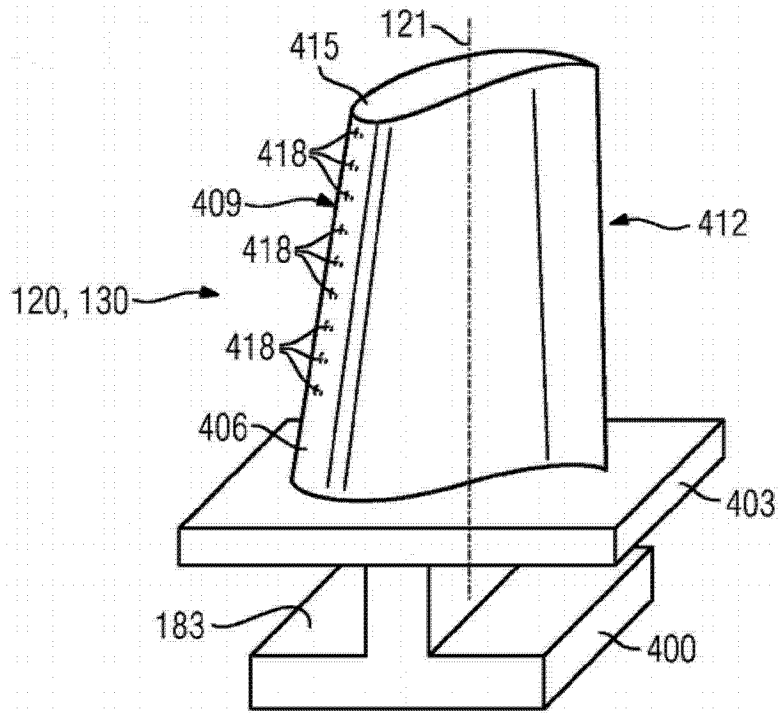


图 4

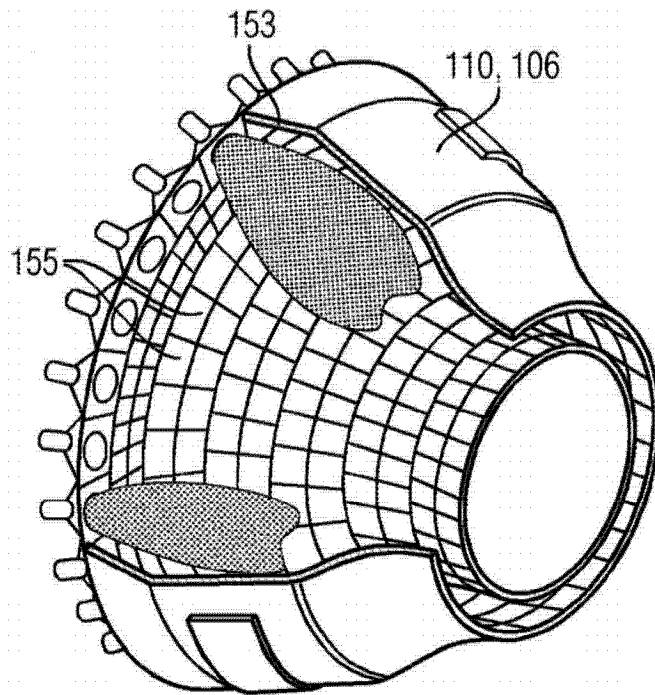


图 5